

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-115331

(43)Date of publication of application : 18.04.2003

(51)Int.Cl.

H01M 10/48  
B60L 3/00  
B60L 11/14  
B60L 11/18  
G01R 27/02  
G01R 31/36

(21)Application number : 2002-153670

(71)Applicant : YAZAKI CORP

(22)Date of filing : 28.05.2002

(72)Inventor : ARAI YOICHI

(30)Priority

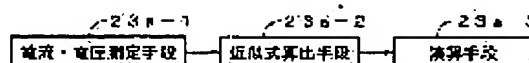
Priority number : 2001200057  
2001236962Priority date : 28.05.2001  
03.08.2001Priority country : JP  
JP

(54) MEASUREMENT METHOD AND DEVICE OF PURE RESISTANCE OF ON BOARD BATTERY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a measurement method and device of pure resistance of on board battery wherein the pure resistance of the battery can be measured even if the vehicle is in use.

SOLUTION: During the period in which monotonously decreasing rush current to flow after monotonously increase from 0 to the peak value in a constant load prescribed beforehand among loads of the vehicle, discharging current of the battery and this terminal voltage corresponding to this discharging current are periodically measured by a current/voltage measurement means 23a-1. The first approximation equation of current-voltage characteristic against increasing discharging current and the second approximation equation of current-voltage characteristic against decreasing discharging current are calculated by an approximation equation calculating means 23a-2. In case voltage reduction by concentration polarization component is included, an intermediate value of two terminal voltage change values per unit current change at the point corresponding to the peak value of the first and the second approximation equations excluding this voltage reduction is calculated by a calculating means 23a-3, and the measurement is made as the pure resistance value of the battery.



LEGAL STATUS

BEST AVAILABLE COPY

[Date of request for examination] 02.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(F)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-115331

(P2003-115331A)

(43) 公開日 平成15年4月18日 (2003.4.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 M 10/48		H 0 1 M 10/48	P 2 G 0 1 6
B 6 0 L 3/00		B 6 0 L 3/00	S 2 G 0 2 8
11/14		11/14	5 H 0 3 0
11/18		11/18	A 5 H 1 1 5
G 0 1 R 27/02		G 0 1 R 27/02	R

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-153670 (P2002-153670)  
(22) 出願日 平成14年5月28日 (2002.5.28)  
(31) 優先権主張番号 特願2001-200057 (P2001-200057)  
(32) 優先日 平成13年5月28日 (2001.5.28)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)  
(31) 優先権主張番号 特願2001-236962 (P2001-236962)  
(32) 優先日 平成13年8月3日 (2001.8.3)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006895  
矢崎総業株式会社  
東京都港区三田1丁目4番28号  
(72) 発明者 荒井 洋一  
静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社  
内  
(74) 代理人 100060690  
弁理士 瀧野 秀雄 (外3名)

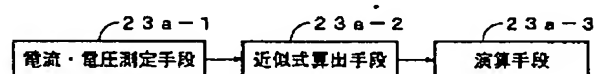
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車載バッテリー純抵抗測定方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 車両使用中でもバッテリーの純抵抗を測定できる車載バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供する。

【解決手段】 車両の負荷のうち予め定めた定負荷に、0からピーク値まで単調増加した後、ピーク値から定常値まで単調減少する突入電流が流れている期間、バッテリーの放電電流とこの放電電流に対応する端子電圧とを電流・電圧測定手段23a-1が周期的に測定する。増加する放電電流に対する電流-電圧特性の第1の近似式と減少する放電電流に対する電流-電圧特性の第2の近似式とを近似式算出手段23a-2が求める。濃度分極成分による電圧降下を含む場合、この電圧降下を除いた第1及び第2の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値の中間の値を演算手段23a-3が求め、バッテリーの純抵抗の値として測定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記負荷のうち予め定めた定負荷に、0 からピーク値まで単調増加した後、ピーク値から定常値まで単調減少する突入電流が流れている期間、前記バッテリーの放電電流と該放電電流に対応する端子電圧とを周期的に測定し、該測定した放電電流と端子電圧との相関を示す前記増加する放電電流に対する電流－電圧特性の第 1 の近似式と前記減少する放電電流に対する電流－電圧特性の第 2 の近似式とを求め、

前記第 1 及び第 2 の近似式に濃度分極成分による電圧降下を含む場合、該電圧降下を除いた前記第 1 及び第 2 の近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値の中間の値を求め、該求めた中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記中間の値を、前記濃度分極成分による電圧降下を除いた前記第 1 及び第 2 の近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値を加算平均して求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記中間の値を、前記電圧降下を除いた前記第 1 及び第 2 の近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値に、前記突入電流が流れている総時間に占める前記単調増加期間及び前記単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算して求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 の何れかに記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記第 1 及び第 2 の近似式が二次式である場合、前記中間の値を求めるに当たって、前記第 1 及び第 2 の近似式から濃度分極成分による電圧降下を除いた第 1 及び第 2 の修正近似式を求め、該第 1 及び第 2 の修正近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値を求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 5】 請求項 4 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点における前記バッテリーの端子電圧の差を求め、該差を前記突入電流が 0 からピーク値に増加しピーク値から 0 に減少した期間に生じた総濃度分極成分による電圧降下と見なし、該総濃度分極成分に占める前記突入電流が 0 からビ

ーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を求め、該求めた電圧降下を前記ピーク値に対応する電圧値から除いた値を、定数及び一次係数を前記第 1 の二次近似式と等しくした式に代入して二次係数を決定した二次式を前記第 1 の修正近似式として求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記ピーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、ピーク値と 0 の間の濃度分極成分による電圧降下を除いた 2 つの電圧値を求め、該 3 つの電圧値を利用して係数を決定した二次式を前記第 2 の修正近似式として求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記中間の値を求めるために、前記第 1 及び第 2 の修正近似式のピーク値での微分値を使用することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 8】 請求項 5 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記ピーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、0 点及びピーク値と 0 の間の中間点の濃度分極成分による電圧降下を除いた 2 つの電圧値を求め、該 3 つの電圧値を利用して係数を決定した二次式を前記第 2 の修正近似式として求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 9】 請求項 5 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記ピーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、ピーク値と 0 の間の中間点の濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値を求め、該 2 点を結んで決定した一次式を前記第 2 の修正近似式として求め、

前記中間の値を求めるために前記第 2 の修正近似式の傾きを使用することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 10】 請求項 5 ～ 9 の何れかに記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記総濃度分極成分に占める前記突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を、前記第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点における前記バッテリーの端子電圧の差に、前記突入電流が 0 からピーク値に増加しピーク値から 0 に減少したときの電流時間積に対する 0 からピーク値までの電流時間積の比を乗じて求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 11】 請求項 5 ～ 9 の何れかに記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、

前記第 1 及び第 2 の近似式より両式の差の式を求め、前

記総濃度分極成分に占める前記突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を、前記第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点における前記バッテリーの端子電圧の差に、前記差の式に基づいて求めた電流値 0 である点の電圧値とピーク電流値の 2 倍の電流値である点の電圧値との差に対するピーク電流値である点の電圧値とピーク電流値の 2 倍の電流値である点の電圧値との差の比を乗じて求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 12】 請求項 1～3 の何れかに記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記定負荷が、濃度分極の発生を伴わない短時間にピーク値まで単調増加する突入電流が流れるものである場合、前記第 1 の近似式が一次式であり、前記中間の値を求めるために前記第 1 の近似式の傾きを使用することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 13】 車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車載バッテリー純抵抗測定装置において、前記負荷のうち予め定めた定負荷に、0 からピーク値まで単調増加した後、ピーク値から定常値まで単調減少する突入電流が流れている期間、前記バッテリーの放電電流と該放電電流に対応する端子電圧とを周期的に測定する電流・電圧測定手段と、該電流・電圧測定手段によって測定した放電電流と端子電圧との相関を示す前記増加する放電電流に対する電流－電圧特性の第 1 の近似式と前記減少する放電電流に対する電流－電圧特性の第 2 の近似式とを求める近似式算出手段と、前記第 1 及び第 2 の近似式に濃度分極成分による電圧降下を含む場合、該電圧降下を除いた前記第 1 及び第 2 の近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値の中間の値を求める演算手段とを備え、該演算手段によって求めた中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車載バッテリー純抵抗測定方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、バッテリーは放電電流をカバーする充電を行うことによって、その充電容量の範囲内において繰り返し使用できることになっているが、過放電や電解液不足などの不測の事態を招いた場合は勿論のこと、これらの事態を招かなくとも、長期間にわたって使

用し経年変化が起これと、放電によって負荷に供給できる電力量である放電可能容量が急激に低下するようになる。このため、経年変化によって放電可能容量の低下している状態においては、充電を上回る放電がわずかな期間発生しても、エンジン停止後にスタータモータを起動してエンジンを再始動できなくなる事態を招きかねない。

【0003】 因みに、新品と経年変化の生じているバッテリーとを比較した場合、新品に比べて経年変化の生じているバッテリーでは、その純抵抗が大きくなることが知られている。そのため、車両の定期点検時などに、バッテリー交換の目安としてバッテリーの純抵抗を測定することが考えられている。これは、純抵抗を知ることによって、純抵抗と分極抵抗成分との割合などを考慮し、劣化度を定めることができるからである。また、純抵抗が分かると、バッテリーの開回路電圧を推定するためにも利用できる。

【0004】 一般に、バッテリーから電流が放電されるとバッテリーの端子電圧に降下を生じる。その電圧降下はバッテリーの内部インピーダンス（合成抵抗）によるものであるが、バッテリーの構造などに基因する IR 損（純抵抗、すなわち、オーミック抵抗による電圧降下）と、化学的な反応に基因する分極抵抗成分（活性化分極、濃度分極）による電圧降下に分けることができる。電流－電圧（I－V）特性を求めた場合、図 12 に示すように、IR 損による電圧降下は、バッテリーの状態が同じであれば変化しないが、分極抵抗成分による電圧降下は電流の大きさと電流の放電している時間によって変化する。このような分極抵抗成分を含んだ I－V 特性から、バッテリーの様々な状態を推定すると、不正確な推定結果となることがわかっている。そこで、分極抵抗成分を分離した純抵抗のみを測定する技術が必要とされる。

【0005】 従来、バッテリーの純抵抗を測定するために一般に使用されている測定器では、バッテリーが静的な状態にあるとき、すなわち、充放電により電解液に分極などの電圧上昇や電圧降下が生じていない平衡状態にあるときに、バッテリーの純抵抗を測定している。

【0006】 その一例として、バッテリーに 1 kHz ～ 100 kHz 程度の周波数の交流を印加して充放電を繰り返し、充電及び放電のいずれの分極も蓄積しない状態で、たとえば 1 μ 秒程度の一定時間内に変化する電圧と電流の関係から純抵抗を求める方法がある。これは、図 13 に示すように、放電を止めた後、電圧が急激に回復し、その後緩やかに回復する現象を捉え、一定時間 Δt 内の急激な電圧の回復が純抵抗 R による成分のみにより生じ、その後の緩やかな変化は純抵抗を除く分極を含むその他の要素による成分（キャパシタンスおよびインダクタンス成分）により生じているとみなし、1 kHz ～ 100 kHz 程度の周波数の交流の各印加サイクルの短い時間内における電圧と電流の変化を捉えて純抵抗を

測定しようとするものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、車両に搭載したバッテリーを対象として用いる場合には、静的な状態に限られた場合にしか存在せず、車両が使用状態にあるときには適用することができない。

【0008】また、上述した例の場合、短時間内に電圧  $V$  および電流  $I$  のデータを収集する必要から、非常に周期の短いサンプリングを行って  $A/D$  変換を行うことを一定時間  $\Delta t$  内に行わなければならない、単独で使用する測定器として実現できるものの、車両に搭載して使用することは非常に難しい。しかも、求める  $\Delta V / \Delta I$  が精度のよいものとなるためには、 $\Delta V$ 、 $\Delta I$  の各々が大きな値を示さなければならないが、車両では限られた場合にしかこのようなものは測定できない。さらに、車両動作中に任意の交流をバッテリーに印加することができない。したがって、上述した方法は、車両使用中のバッテリーの純抵抗を測定するために適用できないという現実がある。

【0009】よって、本発明は上述した状況に鑑み、車両使用中でもバッテリーの純抵抗を測定できる車載バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することを課題としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する請求項 1 乃至請求項 12 記載の本発明は車載バッテリー純抵抗測定方法に関するものであり、請求項 13 記載の本発明は車載バッテリー純抵抗測定装置に関するものである。

【0011】上記課題を解決するためなされた請求項 1 記載の発明は、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記負荷のうち予め定めた定負荷に、0 からピーク値まで単調増加した後、ピーク値から定常値まで単調減少する突入電流が流れている期間、前記バッテリーの放電電流と該放電電流に対応する端子電圧とを周期的に測定し、該測定した放電電流と端子電圧との相関を示す前記増加する放電電流に対する電流－電圧特性の第 1 の近似式と前記減少する放電電流に対する電流－電圧特性の第 2 の近似式とを求め、前記第 1 及び第 2 の近似式に濃度分極成分による電圧降下を含む場合、該電圧降下を除いた前記第 1 及び第 2 の近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値の中間の値を求め、該求めた中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0012】上述した請求項 1 記載の手順によれば、車両の負荷のうち予め定めた定負荷に、0 からピーク値まで単調増加した後、ピーク値から定常値まで単調減少する突入電流が流れている期間、バッテリーの放電電流と該放電電流に対応する端子電圧とを周期的に測定してこれ

ら放電電流と端子電圧との相関を示す増加する放電電流に対する電流－電圧特性の第 1 の近似式と前記減少する放電電流に対する電流－電圧特性の第 2 の近似式とを求め。

【0013】次に、第 1 及び第 2 の近似式に濃度分極成分による電圧降下を含む場合、第 1 及び第 2 の近似式からこの電圧降下を除き、純抵抗と活性化分極のみの近似式にした上で、増加方向と減少方向に共通の点であるピーク値に着目し、濃度分極成分による電圧降下を除いた両近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値の中間の値を求め、求めた中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定するようにしている。したがって、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの放電電流と端子電圧とを測定し、この測定の結果得られるデータを処理するだけで、バッテリーの純抵抗を測定することができる。

【0014】請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記中間の値を、前記濃度分極成分による電圧降下を除いた前記第 1 及び第 2 の近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値を加算平均して求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0015】上述した請求項 2 記載の手順によれば、中間の値を、濃度分極成分による電圧降下を除いた第 1 及び第 2 の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値を加算平均して求めているので、ピーク値に対応する点での活性化分極の変化が等しくなる場合には、第 1 及び第 2 の近似式のピーク値に対応する点における微分値を加算して 2 で割ることで、バッテリーの純抵抗を測定することができる。

【0016】請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記中間の値を、前記濃度分極成分による電圧降下を除いた前記第 1 及び第 2 の近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値に、前記突入電流が流れている総時間に占める前記単調増加期間及び前記単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算して求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0017】上述した請求項 3 記載の手順によれば、中間の値を、濃度分極成分による電圧降下を除いた第 1 及び第 2 の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値に、突入電流が流れている総時間に占める単調増加期間及び単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算して求めているので、活性化分極と濃度分極とが相互に影響し合うことを考慮した中間の値を求め、バッテリーの純抵抗の値として測定することができる。

【0018】請求項 4 記載の発明は、請求項 1～3 の何

れかに記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記第 1 及び第 2 の近似式が二次式である場合、前記中間の値を求めるに当たって、前記第 1 及び第 2 の近似式から濃度分極成分による電圧降下を除いた第 1 及び第 2 の修正近似式を求め、該第 1 及び第 2 の修正近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値を求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0019】上述した請求項 4 記載の手順によれば、第 1 及び第 2 の近似式が二次式である場合、中間の値を求めるに当たって、第 1 及び第 2 の近似式から濃度分極成分による電圧降下を除いた第 1 及び第 2 の修正近似式を求め、該第 1 及び第 2 の修正近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値を求めているので、例えば、修正近似式が一次式となるときにはその傾き、二次式となるときにはピーク値における微分値を利用して中間の値を求めれば、純抵抗を測定することができる。

【0020】請求項 5 記載の発明は、請求項 4 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点における前記バッテリーの端子電圧の差を求め、該差を前記突入電流が 0 からピーク値に増加しピーク値から 0 に減少した期間に生じた総濃度分極成分による電圧降下と見なし、該総濃度分極成分に占める前記突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を求め、該求めた電圧降下を除いた電圧値を、前記第 1 の二次近似式と定数及び一次係数を等しくした式に代入して二次係数を決定した二次式を前記第 1 の修正近似式として求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0021】上述した請求項 5 記載の手順によれば、第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点におけるバッテリーの端子電圧の差を突入電流が 0 からピーク値に増加しピーク値から 0 に減少した期間に生じた総濃度分極成分による電圧降下と見なし、この総濃度分極成分に占める突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を求め、この求めた電圧降下を除いた電圧値を、第 1 の二次近似式と定数及び一次係数を等しくした式に代入して二次係数を決定した二次式を第 1 の修正近似式として求めているので、精度良く濃度分極成分を除いた修正近似式を得ることができる。

【0022】請求項 6 記載の発明は、請求項 5 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記ピーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、ピーク値と 0 の間の濃度分極成分による電圧降下を除いた 2 つの電圧値を求め、該 3 つの電圧値を利用して係数を決定した二次式を前記第 2 の修正近似式として求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0023】上述した請求項 6 記載の手順によれば、ピ

ーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、ピーク値と 0 の間の濃度分極成分による電圧降下を除いた 2 つの電圧値を求め、3 つの電圧値を利用して係数を決定した二次式を第 2 の修正近似式として求めているので、濃度分極成分による電圧降下を除いた第 2 の二次修正近似式を簡単に求めることができる。

【0024】請求項 7 記載の発明は、請求項 6 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記中間の値を求めるために、前記第 1 及び第 2 の修正近似式のピーク値での微分値を使用することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0025】上述した請求項 7 記載の手順によれば、第 1 及び第 2 の修正近似式が共に二次式であるとき、ピーク値での微分値の中間の値を求めるだけでよいので、純抵抗を単純な計算によって測定することができる。

【0026】請求項 8 記載の発明は、請求項 5 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記ピーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、0 点及びピーク値と 0 の間の中間点の濃度分極成分による電圧降下を除いた 2 つの電圧値を求め、該 3 つの電圧値を利用して係数を決定した二次式を前記第 2 の修正近似式として求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0027】上述した請求項 8 記載の手順によれば、ピーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、0 点及びピーク値と 0 の間の中間点の濃度分極成分による電圧降下を除いた 2 つの電圧値を求め、3 つの電圧値を利用して係数を決定した二次式を第 2 の修正近似式として求めているので、元々濃度分極成分を含まない 0 点を利用しているので、濃度分極成分を除く近似式を求めるための処理が少なくできる。

【0028】請求項 9 記載の発明は、請求項 5 記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記ピーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、ピーク値と 0 の間の中間点の濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値を求め、該 2 点を結んで決定した一次式を前記第 2 の修正近似式として求め、前記中間の値を求めるために前記第 2 の修正近似式の傾きを使用することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0029】上述した請求項 9 記載の手順によれば、ピーク値における前記濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値以外に、ピーク値と 0 の間の中間点の濃度分極成分による電圧降下を除いた電圧値を求め、該 2 点を結んで決定した一次式を第 2 の修正近似式として求め、中間の値を求めるために第 2 の修正近似式の傾きを使用しているので、中間の値を求めるための処理が簡単になる。

【0030】請求項 10 記載の発明は、請求項 5～9 の



何れかに記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記総濃度分極成分に占める前記突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を、前記第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点における前記バッテリーの端子電圧の差に、前記突入電流が 0 からピーク値に増加しピーク値から 0 に減少したときの電流時間積に対する 0 からピーク値までの電流時間積の比を乗じて求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0031】上述した請求項 10 記載の手順によれば、総濃度分極成分に占める突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を、第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点におけるバッテリーの端子電圧の差に、突入電流が 0 からピーク値に増加しピーク値から 0 に減少したときの電流時間積に対する 0 からピーク値までの電流時間積の比を乗じて求めているので、突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を知り、濃度分極成分による電圧降下を除いたピーク値に対応する電圧値を求めることができる。

【0032】請求項 11 記載の発明は、請求項 5～9 の何れかに記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記第 1 及び第 2 の近似式より両式の差の式を求め、前記総濃度分極成分に占める前記突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を、前記第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点における前記バッテリーの端子電圧の差に、前記差の式に基づいて求めた電流値 0 である点の電圧値とピーク電流値の 2 倍の電流値である点の電圧値との差に対するピーク電流値である点の電圧値とピーク電流値の 2 倍の電流値である点の電圧値との差の比を乗じて求めることを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0033】上述した請求項 11 記載の手順によれば、第 1 及び第 2 の近似式より両式の差の式を求め、総濃度分極成分に占める突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を、第 1 及び第 2 の近似式の放電電流 0 である点におけるバッテリーの端子電圧の差に、差の式に基づいて求めた電流値 0 である点の電圧値とピーク電流値の 2 倍の電流値である点の電圧値との差に対するピーク電流値である点の電圧値とピーク電流値の 2 倍の電流値である点の電圧値との差の比を乗じて求めているので、第 1 及び第 2 の近似式が分かるだけで電流時間積を求めなくても、突入電流が 0 からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を知り、濃度分極成分による電圧降下を除いたピーク値に対応する電圧値を求めることができる。

【0034】請求項 12 記載の発明は、請求項 1～3 の何れかに記載の車載バッテリー純抵抗測定方法において、前記定負荷が、濃度分極の発生を伴わない短時間にピーク値まで単調増加する突入電流が流れるものである場

合、前記第 1 の近似式が一次式であり、前記中間の値を求めるために前記第 1 の近似式の傾きを使用することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0035】上述した請求項 12 記載の手順によれば、定負荷が、濃度分極の発生を伴わない短時間にピーク値まで単調増加する突入電流が流れるものである場合、第 1 の近似式が一次式であり、中間の値を求めるために第 1 の近似式の傾きを使用しているため、中間の値を求めるための処理が簡単になるだけでなく、近似式も簡単に求めることができる。

【0036】上記課題を解決するためなされた請求項 13 記載の発明は、図 1 の基本構成図に示す如く、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車載バッテリー純抵抗測定装置において、前記負荷のうち予め定めた定負荷に、0 からピーク値まで単調増加した後、ピーク値から定常値まで単調減少する突入電流が流れている期間、前記バッテリーの放電電流と該放電電流に対応する端子電圧とを周期的に測定する電流・電圧測定手段 23a-1 と、該電流・電圧測定手段によって測定した放電電流と端子電圧との相関を示す前記増加する放電電流に対する電流-電圧特性の第 1 の近似式と前記減少する放電電流に対する電流-電圧特性の第 2 の近似式とを求める近似式算出手段 23a-2 と、前記第 1 及び第 2 の近似式に濃度分極成分による電圧降下を含む場合、該電圧降下を除いた前記第 1 及び第 2 の近似式の前記ピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値の中間の値を求める演算手段 23a-3 とを備え、該演算手段によって求めた中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することを特徴とする車載バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0037】上述した請求項 13 記載の構成によれば、車両の負荷のうち予め定めた定負荷に、0 からピーク値まで単調増加した後、ピーク値から定常値まで単調減少する突入電流が流れている期間、バッテリーの放電電流とこの放電電流に対応する端子電圧とを電流・電圧測定手段 23a-1 が周期的に測定し、この測定した放電電流と端子電圧との相関を示す増加する放電電流に対する電流-電圧特性の第 1 の近似式と減少する放電電流に対する電流-電圧特性の第 2 の近似式とを近似式算出手段 23a-2 が求め、第 1 及び第 2 の近似式に濃度分極成分による電圧降下を含む場合、この電圧降下を除いた第 1 及び第 2 の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの 2 つの端子電圧変化の値の中間の値を演算手段 23a-3 が求め、この求めた中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定するようになっている。したがって、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの放電電流と端子電圧とを測定し、この測定の結果得られるデータを処理するだけで、バッテリーの純抵抗を測定することができる。



【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明による車載バッテリー純抵抗測定装置を図2を参照して説明する前に、図3～図9を参照して本発明による車載バッテリー純抵抗測定方法を説明する。

【0039】ところで、バッテリーが搭載され、バッテリーから電力供給されて動作する車両負荷として、12V車、42V車、EV車、HEV車には、スタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流を必要とする定負荷が搭載されている。例えば、スタータモータ又はこれに類する大電流定負荷をオンしたとき、

定負荷には、その駆動開始の初期の段階で突入電流が流れた後、負荷の大きさに応じた定常値の電流が流れるようになる。因みに、負荷がランプである場合には、突入電流に相当するものをラッシュ電流と呼ぶこともある。

【0040】スタータモータとして直流モータを使用している場合、界磁コイルに流れる突入電流は、図3に示すように、定負荷駆動開始直後の例えば3ミリ秒という短時間内に、ほぼ0から定常電流に比べて何倍も大きなピーク値、例えば500(A)まで単調増加した後、このピーク値から例えば150ミリ秒という短時間内に定負荷の大きさに応じた定常値まで単調減少するような流れ方をし、バッテリーから放電電流として供給される。したがって、定負荷に突入電流が流れる状況で、バッテリーの放電電流とこれに対応する端子電圧を測定することによって、0からピーク値に至る広い範囲の電流変化に対する端子電圧の変化を示すバッテリーの放電電流(I)－端子電圧(V)特性を測定することができる。

【0041】そこで、スタータモータをオンしたときに

$$V_{polcp} = [( \text{電流増加時の} A_{sec} ) / ( \text{放電全体の} A_{sec} )] \times V_{polc0} \quad \dots (3)$$

なお、放電全体の $A_{sec}$ は次式で表される。

放電全体の $A_{sec} = (\text{電流増加時の} A_{sec} + \text{電流減少時の} A_{sec})$

【0044】上述のようにして求めたピーク値における濃度分極 $V_{polcp}$ を式(1)のピーク値における電圧に加算して、図5に示すように、ピーク値における濃度分極成分を削除する。なお、ピーク値における濃度分極成分を削除した後の電圧を $V1$ とすると、 $V1$ は次式で表される。

$$V1 = a1 I_p^2 + b1 I_p + c1 + V_{polcp}$$

$I_p$ はピーク値における電流値である。

【0045】次に、上述のようにして求めた $V1$ を利用して次式で表される、図5に示すような純抵抗と活性化分極だけの電圧降下曲線を求める。

$$V = a3 I^2 + b3 I + c3 \quad \dots (4)$$

【0046】式(1)および(4)で表される特性の初期状態、すなわち、電流が0(A)の点に注目すると、初期状態での分極は等しいので、 $c3=c1$ である。また、電流増加の初期状態から電流は急激に増加するが、濃度

流れる突入電流に相当する模擬的な放電として、0からほぼ200Aまで0.25秒かけて増加し、同じ時間をかけてピーク値から0まで減少する放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせ、そのときのバッテリーの放電電流と端子電圧とを対にして短い一定周期で測定し、これによって得た測定データ対を横軸に放電電流、縦軸に端子電圧をそれぞれ対応させてプロットして図4に示すグラフを得た。図4のグラフに示す放電電流の増加時と減少時の電流－電圧特性は、最小二乗法を用いて以下のような二次式に近似できる。

$$V = a1 I^2 + b1 I + c1 \quad \dots (1)$$

$$V = a2 I^2 + b2 I + c2 \quad \dots (2)$$

なお、図中には、二次の近似式の曲線も重ねて描かれている。

【0042】図4中において、電流増加方向の近似曲線の切片と電流減少方向の近似曲線の切片の電圧差は、電流が流れていない0(A)の時の電圧差であるため、純抵抗と活性化分極による電圧降下を含まない、放電によって新たに発生した濃度分極成分のみによる電圧降下と考えられる。従って、この電圧差は、濃度分極のみによるものであり、この電流0(A)点の濃度分極を $V_{polc0}$ とする。この濃度分極 $V_{polc0}$ は、突入電流の大きさに電流の流れた時間を乗じて積算したもの、すなわちAh(短時間なので、以下 $A_{sec}$ で表す)として求められる。

【0043】次に、この電流0(A)点の濃度分極 $V_{polc0}$ を利用して電流ピーク値の濃度分極を算出する方法を説明する。今、電流ピーク値の濃度分極を $V_{polcp}$ とすると、 $V_{polcp}$ は次式のように表される。

分極の反応は遅く、反応がほとんど進行していないとすると、式(1)および(4)の電流が0(A)の点の微分値は等しくなるので、 $b3=b1$ である。従って、 $c3=c1$ 、 $b3=b1$ を代入することで、式(4)は

$$V = a3 I^2 + b1 I + c1 \quad \dots (5)$$

と書き直され、未知数は $a3$ のみとなる。

【0047】そこで、式(5)に電流増加のピーク値の座標( $I_p$ 、 $V1$ )を代入して $a3$ について整理すると、次式が求められる。

$$a3 = (V1 - b1 I_p - c1) / I_p^2$$

従って、純抵抗と活性化分極成分だけの電圧降下曲線の式(4)が式(5)によって決定される。

【0048】一般に、純抵抗は化学反応にて生じるものでないので、バッテリーの充電状態(SOC)、温度などが変わらなければ一定であるので、1回のスタータモータ作動の間は一定であるといえる。これに対し、活性化分極抵抗は、イオン、電子の受渡しの際の化学反応に伴って生じる抵抗であるので、濃度分極と相互に影響し合うこともあって、活性化分極の電流増加曲線と電流減少

曲線は完全に一致しないことから、式(5)は濃度分極成分を除いた純抵抗と活性化分極の電流増加方向の曲線であるということができる。

【0049】続いて、電流減少曲線からの濃度分極成分の削除の仕方を、以下説明する。純抵抗と活性化分極の

$$V_{polcA} = [(\text{電流増加時開始からA点までの} A_{sec}) / (\text{放電全体の} A_{sec})] \times V_{polc0} \quad \dots\dots (6)$$

$$V_{polcB} = [(\text{電流増加時開始からB点までの} A_{sec}) / (\text{放電全体の} A_{sec})] \times V_{polc0} \quad \dots\dots (7)$$

【0050】上式(6)および(7)によって、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した2点が求まったら、この2点とピーク値との3点の座標を利用して次式で表される、図6に示すような、純抵抗と活性化分極の電流減少方向曲線が求められる。

$$V = a_4 I^2 + b_4 I + c_4 \quad \dots\dots (8)$$

なお、式(8)の係数 $a_4$ 、 $b_4$ 、 $c_4$ は、2点A及びBとピーク点の電流値と電圧値とを、式(8)にそれぞれ代入して立てた3点の連立方程式を解くことによって決定できる。

【0051】次に、純抵抗の算出の仕方を説明する。上式(5)で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流増加方向の曲線と、式(8)で表される同じく濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流減少方向の曲線との相違は、活性化分極成分の相違によるものであるので、活性化分極成分を除けば純抵抗が求められる。

【0052】ところで、活性化分極が互いに等しい値となる両曲線のピーク値に着目し、ピーク値での電流増加の微分値 $R_1$ と電流減少の微分値 $R_2$ とを次式によって求める。

$$R_1 = 2 \times a_3 \times I_p \times b_3 \quad \dots\dots (10)$$

$$R_2 = 2 \times a_4 \times I_p \times b_4 \quad \dots\dots (11)$$

上式によって求められる微分値 $R_1$ および $R_2$ の差は、一方が活性化分極の増加方向でのピーク値であるのに対し、他方が減少方向でのピーク値であることに基因する。そして、突入電流に相当する模擬的な放電として、0から200Aまで0.25秒かけて増加し、同じ時間をかけてピーク値から0まで減少する放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせた場合には、ピーク値近傍での両者の変化率が等しく、両者の中間に純抵抗による電流-電圧特性が存在すると理解できるので、両微分値を加算して2で割ることによって、純抵抗 $R$ を次式によって求めることができる。

$$R = (R_1 + R_2) / 2 \quad \dots\dots (12)$$

【0053】以上は、突入電流に相当する模擬的な放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせた場合について説明したが、実車両の場合には、上述したようにスターモータとして直流モータを使用しているとき、界磁コイルに突入電流が流れている間に電流はピークに達し、クランキングはピークに達した後ピーク電流の半分以下

電流減少方向の関係式は、電流ピーク値における濃度分極の削除と同様の方法で可能である。ピーク値以外の2点をA点およびB点とし、各点における濃度分極 $V_{polcA}$ 、 $V_{polcB}$ を次式のようにして求める。

に低下した電流で作動している。従って、電流増加方向は3ミリ秒(msec)という短時間で終了してしまい、電流増加ピーク値ではほとんど濃度分極が発生しない早い電流の変化であるが、電流減少方向は電流増加方向に比べて150msecという長い時間電流が流れるので、減少方向とはいえ、大きな濃度分極が発生する。ただし、クランキング期間については、突入電流の流れている期間とは異質の現象が生じているので、この期間のバッテリーの放電電流と端子電圧については、電流減少方向の電流-電圧特性を決定するためのデータとしては使用しないようにする。

【0054】このような状況で、実車両では、図7に示すように、電流増加方向は電流増加開始点とピーク値の2点間を結ぶ直線にて近似することができ、しかもこのピーク値500(A)での濃度分極の発生は0(A)と近似することも可能である。この場合には、電流増加方向については、ピーク値の微分値としては、電流増加方向の近似直線の傾きを使用することになる。ただし、このような場合には、電流増加方向の近似直線の傾きと、電流減少方向の二次の近似式のピーク点における接線の傾きとを単純に加算平均することはできない。何故ならば、このような状況では、ピーク点までとそれ以降で、活性化分極の発生度合いが全く異なり、ピーク値近傍での両者の変化率が等しくなるという前提が成立しなくなるからである。このような場合には、純抵抗を求めるに当たって、濃度分極による電圧降下を除いた第1及び第2の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値、すなわち、傾きに、突入電流が流れている総時間に占める単調増加期間及び単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算すればよい。すなわち、総時間を単調増加及び単調減少にそれぞれ要した時間で比例按分した按分率を各傾きに乗じた上で加算することになる。このようにすることによって、活性化分極と濃度分極とが相互に影響し合うことを考慮して純抵抗を求めることができる。すなわち、活性化分極は原則電流値に応じた大きさのものが生じるが、その時々濃度分極量に左右され、原則通りには生じることにならず、濃度分極が小さければ活性化分極も小さくなり、大きければ大きくなる。何れにしても、濃度分極成分による電圧降下を除いた2つの近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの

2つの端子電圧変化の値の中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することができる。

【0055】また、最近の車両では、モータとしては、マグネットモータなどのDCブラシレスなどの三相入力が必要とする交流モータが使用されることが増えてきている。このようなモータの場合、突入電流はそれ程早く短時間にピーク値に達することがなく、100msecほどの時間を要し、電流増加方向においても濃度分極の発生が起こるので、上述した模擬的な放電の場合と同様に、電流増加方向の電流変化曲線は二次近似することが必要になる。

【0056】また、活性化分極の電流減少方向の近似をする場合、ピーク値とこれ以外の2点を定める際、図8に示すように、B点として電流0(A)の点を使用すると、近似式を求める際の計算を簡略化することができる。

【0057】さらに、例えば、ピーク電流の1/2程度の電流値に対応する点に濃度分極の削除した点を定めた場合、図9に示すように、この点とピーク値の2点を結ぶ直線に一次近似してもよい。この場合、電流減少方向については、ピーク値の微分値としては、電流減少方向の近似直線の傾きを使用することになるが、二次曲線を使用したものと変わらない、精度のよい純抵抗が求められる。以上要するに、濃度分極成分による電圧降下を除いた2つの近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値の中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することができる。

【0058】そこで、車載バッテリー純抵抗測定方法を、定負荷として、増加する放電電流及び減少する放電電流のいずれにおいても濃度分極の発生を伴う突入電流が流れる例えばスタータモータが使用されている場合について具体的に説明する。

【0059】定負荷が動作されると、バッテリーからは定常値を越えて単調増加しピーク値から定常値に単調減少する放電電流が流れる。このときのバッテリーの放電電流と端子電圧とを、例えば100マイクロ秒( $\mu sec$ )の周期にてサンプリングすることで周期的に測定し、バッテリーの放電電流と端子電圧との組が多数得られる。

【0060】このようにして得られたバッテリーの放電電流と端子電圧との組の最新のものを、所定時間分、例えばRAMなどの書換可能な記憶手段としてのメモリに格納、記憶して収集する。メモリに格納、記憶して収集した放電電流と端子電圧との組を用いて、最小二乗法により、端子電圧と放電電流との相関を示す増加する放電電流及び減少する放電電流に対する電流-電圧特性について式(1)及び(2)に示すような2つの二次近似式を求める。次に、この2つの近似式から濃度分極成分による電圧降下を削除し、濃度分極成分を含まない修正した二次近似式を求める。

【0061】このために、まず、式(1)及び(2)の

近似式の電流が流れていない0(A)の時の電圧差を、純抵抗と活性化分極による電圧降下はなく、濃度分極によるものであるとして求める。また、この電圧差を利用して、増加する放電電流についての電流-電圧特性の近似式(1)上の電流ピーク値での濃度分極成分による電圧降下を求める。このために、濃度分極は、電流の大きさに電流の流れた時間を乗じた電流時間積によって変化していることを利用する。

【0062】増加する放電電流についての電流-電圧特性の近似式上の電流ピーク値での濃度分極成分による電圧降下が求まったら次に、濃度分極成分の含まない近似式と含む近似式のいずれも定数及び一次係数が等しいとして、含まない近似式の二次係数を定め、増加する放電電流についての電流-電圧特性の近似式について修正した二次近似式(5)を求める。

【0063】次に、減少する放電電流に対する電流-電圧特性について近似式(2)から濃度分極成分の含まない近似式を求める。このために、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した2点を求める。この際に、濃度分極は、電流の大きさに電流の流れた時間を乗じた電流時間積によって変化していることを利用する。そして、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した2点が求まったら、この2点とピーク値との3点の座標を利用して、減少する放電電流についての電流-電圧特性の近似式(2)について修正した二次近似式(8)を求める。

【0064】上式(5)で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流増加方向の修正二次近似式と、式(8)で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流減少方向の修正二次近似式は、活性化分極成分の相違によるものである。このために、両近似式のピーク値に着目し、ピーク値での電流増加の微分値と電流減少の微分値との差は、一方が活性化分極の増加方向であるのに対し、他方が減少方向であることに基因するものであるが、ピーク値近傍での両者の変化率の中間に純抵抗による電流-電圧特性が存在するとし、両微分値に突入電流が流れている総時間に占める単調増加期間及び前記単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算することによって、純抵抗を求める。例えば、電流増加時間が3msec、電流減少時間が100msecとし、ピーク値での電流増加の微分値を $R_{polk1}$ 、電流減少の微分値を $R_{polk2}$ とすると、以下のようにして純抵抗 $R$ を算出することができる。

$$R = R_{polk1} \times 100 / 103 + R_{polk2} \times 3 / 103$$

【0065】上述したようなことを可能にして本発明の車載バッテリー純抵抗測定方法を実施する装置の具体的な実施の形態を、図2に戻って以下説明する。

【0066】図2は本発明の車載バッテリー純抵抗測定方法を適用した本発明の一実施形態に係る車載バッテリーの純抵抗測定装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明

図であり、図中符号 1 で示す本実施形態の車載バッテリーの純抵抗測定装置は、エンジン 3 に加えてモータジェネレータ 5 を有するハイブリッド車両に搭載されている。

【0067】そして、このハイブリッド車両は、通常時はエンジン 3 の出力のみをドライブシャフト 7 からディファレンシャルケース 9 を介して車輪 11 に伝達して走行させ、高負荷時には、バッテリー 13 からの電力によりモータジェネレータ 5 をモータとして機能させて、エンジン 3 の出力に加えてモータジェネレータ 5 の出力をドライブシャフト 7 から車輪 11 に伝達し、アシスト走行を行わせるように構成されている。

【0068】また、このハイブリッド車両は、減速時や制動時にモータジェネレータ 5 をジェネレータ（発電機）として機能させ、運動エネルギーを電気エネルギーに変換してバッテリー 13 を充電させるように構成されている。

【0069】なお、モータジェネレータ 5 はさらに、図示しないスタータスイッチのオンに伴うエンジン 3 の始動時に、エンジン 3 のフライホイールを強制的に回転させるスタータモータとして用いられるが、その場合にモータジェネレータ 5 には、短時間に大きな突入電流が流される。スタータスイッチのオンによりモータジェネレータ 5 によってエンジン 3 が始動されると、イグニッションキー（図示せず。）の操作解除に伴って、スタータスイッチがオフになってイグニッションスイッチやアクセサリスイッチのオン状態に移行し、これに伴ってバッテリー 13 から流れる放電電流は、定常電流に移行する。

【0070】話を構成の説明に戻すと、本実施形態の車載バッテリーの純抵抗測定装置 1 は、アシスト走行用のモータやスタータモータとして機能するモータジェネレータ 5 等、電装品に対するバッテリー 13 の放電電流  $I$  や、ジェネレータとして機能するモータジェネレータ 5 からのバッテリー 13 に対する充電電流を検出する電流センサ 15 と、バッテリー 13 に並列接続した 1M オーム程度の抵抗値を有し、バッテリー 13 の端子電圧  $V$  を検出する電圧センサ 17 とを備えている。

【0071】また、本実施形態の車載バッテリーの純抵抗測定装置 1 は、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力がインタフェース回路（以下、「 $I/F$ 」と略記する。）21 における A/D 変換後に取り込まれるマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と略記する。）23 をさらに備えている。

【0072】そして、前記マイコン 23 は、CPU 23 a、RAM 23 b、及び、ROM 23 c を有しており、このうち、CPU 23 a には、RAM 23 b 及び ROM 23 c の他、前記  $I/F$  21 が接続されており、また、上述した図示しないスタータスイッチ、イグニッションスイッチやアクセサリスイッチ、モータジェネレータ 5 以外の電装品（負荷）のスイッチ等が、さらに接続されている。

【0073】前記 RAM 23 b は、各種データ記憶用のデータエリア及び各種処理作業に用いるワークエリアを有しており、前記 ROM 23 c には、CPU 23 a に各種処理動作を行わせるための制御プログラムが格納されている。

【0074】なお、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力である電流値及び電圧値は、短い周期で高速にサンプリングされて  $I/F$  21 を介して、マイコン 23 の CPU 23 a に取り込まれ、取り込まれた電流値及び電圧値は前記 RAM 23 b のデータエリア（記憶手段に相当する）に収集され、各種の処理のために使用される。

【0075】次に、前記 ROM 23 c に格納された制御プログラムに従い CPU 23 a が行う処理を、図 10 のフローチャートを参照して説明する。

【0076】バッテリー 13 からの給電を受けてマイコン 23 が起動しプログラムがスタートすると、CPU 23 a は、まず初期設定を実行する（ステップ S1）。

【0077】ステップ S1 の初期設定が済んだならば、次に、CPU 23 a は、イグニッション（IG）スイッチがオンされたか否かを判定し（ステップ S2）、判定が YES にならないときには他の処理（ステップ S3）を行う。なお、このステップ S3 の処理では、500  $\mu$ sec のサンプリング周期で放電電流及び端子電圧を測定して収集することも行っており、この処理をステップ S2 の判定が YES になるまで繰り返す。そして、IG スwitch のオンが検出されたときには（ステップ S2 の YES）、急激に変化するスタータモータの駆動時の急激に変化する突入電流を測定することができるよう、サンプリング周期を 500  $\mu$ sec から 100  $\mu$ sec に短くする（ステップ S4）。

【0078】その後、電流センサ 15 の検出したバッテリー 13 の放電電流  $I$  と電圧センサ 17 の検出したバッテリー 13 の端子電圧  $V$  との A/D 変換値を対にして  $I/F$  21 を介して読み込み、読み込んだ実データを RAM 23 b のデータエリアに格納、記憶して収集する実データ収集処理を実行する（ステップ S5）。

【0079】このステップ S5 において実データ収集処理を行っている過程で、収集した前後の実データの大小関係を比較することによって突入電流のピーク値を検出する（ステップ S6）。ピーク値が検出されたとき（ステップ S6 の YES）には、ピーク値検出からの時間を計時し、所定時間が経過するまで実データの収集を継続し、所定時間経過した時点（ステップ S7 の YES）で、ピーク値の前後の所定時間分の実データを保持する（ステップ S8）とともに、ピーク値を検出してから所定時間後にサンプリング周期を元の 500  $\mu$ sec に戻す（ステップ S9）。

【0080】そして、収集保持した所定時間分の実データが分析され、最小二乗法を適用して、電流－電圧特性

の二次近似式を求めるのに適当なものであるかどうか判定される。すなわち、バッテリーから、0からピーク値まで単調増加する放電電流とピーク値から定常値まで単調減少する放電電流が流れているかどうかを分析する分析処理を行う（ステップS10）。

【0081】ステップS10における分析の結果、電流－電圧特性の二次近似式を求めるのに適当なものが収集されているとき（ステップS11のYES）、増加する放電電流及び減少する放電電流に対する式（1）及び（2）で表される電流－電圧特性の二次近似式を求める

近似曲線式算出処理を実行する（ステップS12）。【0082】ステップS12の二次近似曲線式算出処理によって求めた二次近似式からバッテリーの純抵抗を求めるための演算処理を実行する（ステップS13）。なお、この演算処理においては、二次式に濃度分極成分による電圧降下が含まれている場合、この電圧降下を除いた修正二次近似式を求める修正二次近似式算出処理を行い、この修正二次近似式を用いてバッテリーの純抵抗を求めるための演算処理を実行することになり、この場合には、増加する放電電流及び減少する放電電流に対する電流－電圧特性の2つの修正二次近似式のピーク値での微分値を算出した上で、2つの微分値の中間の値をバッテリーの純抵抗として求める演算を行う。そして、この求めたバッテリーの純抵抗は種々の目的で使用するため、RAM23bのデータエリアに格納されて記憶される（ステップS14）。ステップS14の処理が終了したら、次にステップS2の判定がYESとなるのを待つ。

【0083】この微分値の中間の値を求める方法としては、突入電流の流れ形によって2つの方法がある。突入電流の増加方向の時間と減少方向の時間とがほぼ等しいときには、2つの微分値の加算平均値を純抵抗として求める演算を行う。これに対して、突入電流の増加方向の時間と減少方向の時間とが大きく異なるときには、増加する放電電流に対する電流－電圧特性の修正二次近似式のピーク値での微分値に、放電電流の総時間に占める増加する放電電流の流れた時間の比率を乗じたものと、減少する放電電流に対する電流－電圧特性の2つの修正二次近似式のピーク値での微分値に、放電電流の総時間に占める減少する放電電流の流れた時間の比率を乗じたものとを加算した加算値を純抵抗として求める演算を行う。いずれの方法で純抵抗を求めた場合にも、バッテリーの純抵抗は2つの微分値の中間の値として求められる。

【0084】また、図10のフローチャートに示した例では、第1及び第2の近似式が共に二次近似式としているが、第1の近似式が一次近似式であるときには、修正近似式を求める処理は当然に不要になる。そして、この場合には、一次式の傾きを微分値に代えて利用することになる。

【0085】また、本実施形態の車載バッテリーの純抵抗測定装置1ではフローチャートにおけるステップS5が

請求項中の電流・電圧測定手段に対する処理となっており、ステップS12が請求項中の近似式算出手段に対応する処理となっており、ステップS13が請求項中の演算手段に対応する処理となっている。

【0086】次に、上述のように構成された本実施形態の車載バッテリーの純抵抗測定装置1の動作（作用）について説明する。

【0087】まず、スタータモータの駆動開始に伴いバッテリー13が放電を行っている状態で、スタータモータに定常値を越えて単調増加しピーク値から定常値に単調減少する突入電流が流れたときのバッテリーの端子電圧と放電電流とが周期的に測定される。

【0088】また、本実施形態の車載バッテリーの純抵抗測定装置1では、周期的に測定されたピーク値の前後の所定時間分の実データを、RAM23bのデータエリアに格納、記憶して収集され、収集された放電電流Iと端子電圧Vとの所定時間分の実データは分析され、最小二乗法を適用して、電流－電圧特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものであるかどうか判定される。すなわち、バッテリーから定常値を越えて単調増加しピーク値から定常値以下に単調減少する放電電流が流れているかどうか分析される。

【0089】このため、電流－電圧特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものが収集されるまで、近似曲線式算出処理が行われることがなく、近似曲線式算出処理も、既に収集した所定時間分の実データを用いて行われればよいので、端子電圧と放電電流との周期的な測定に同期して処理を行わなくてもよく、早い処理速度を必要としない。

【0090】なお、上述した実施の形態では、スタータモータが駆動開始されるときに放電電流に含まれる突入電流についてのみに注目して本発明を実施しているが、大きさこそ異なるもののスタータモータと同様に駆動開始時に突入電流の流れるスタータモータ以外の負荷にも等しく適用することができる。ただし、この場合には、IGスイッチの代わりに、負荷駆動開始時点を負荷スイッチのオン操作を捕らえて、ステップS4の処理を行うことになり、それ以外の処理は図10のフローチャートと実質的に同じ処理を行うことでよい。

【0091】なお、上述した実施の形態では、第1及び第2の近似式の放電電流0である点におけるバッテリーの端子電圧の差を突入電流が0からピーク値に増加しピーク値から0に減少した期間に生じた総濃度分極成分による電圧降下と見なし、この総濃度分極成分に占める突入電流が0からピーク値に達するまでに生じる濃度分極成分による電圧降下を、第1及び第2の近似式の放電電流0である点におけるバッテリーの端子電圧の差に、突入電流が0からピーク値に増加しピーク値から0に減少したときの電流時間積に対する0からピーク値までの電流時間積の比を乗じて求めているが、これを他の方法で求め

ることも可能であり、以下その方法を説明する。

【0092】そもそも第1の近似式と第2の近似式の相違点が、濃度分極成分の違いであるとする、両式の差の式を取ることによって、濃度分極成分が等しくなるピーク電流から電流値0になるまでの濃度分極について両

$$\Delta V = V = (a1-a2) I^2 + (b1-b2) I + (c1-c2) \quad \cdots \cdots (21)$$

を求める。これをプロットすると、図11に示すように、ピーク電流値の点で濃度分極成分が0となり、電流値0までの濃度分極成分のみの変化を示す曲線が描かれる。そして、この式(21)によって描かれる曲線を点線で示すようにピーク電流値の2倍の値の点まで延長することによって、電流値0からピーク電流値までの濃度分極成分の変化の様子を予測する。すなわち、電流増加と電流減少の濃度分極の相対的な変化を差の式に基づいて予測する。

【0094】差の式は、電流値0からピーク電流までの濃度分極と、ピーク電流から電流値0までの濃度分極との発生変化の様子を、電流値0からピーク電流の間に凝縮して表していることになるので、この式によって表される曲線を2倍の放電電流の値まで延長することによって、電流が電流値0ーピーク値ー電流値と流れたときの濃度分極の変化の様子を想定することができるようになる。したがって、電流時間積と濃度分極との比例関係が乱れて電流時間積を用いて任意の点の濃度分極を推定したとき精度が悪化するような場合にも有効に適用可能である。

【0095】そこで、電流値0である点の電圧値V0と2倍のピーク電流値である点の電圧値V2Pとの差(V2P-V0)に対するピーク電流値である点の電圧値VPとピーク電流値の2倍の電流値である点の電圧値との差(V2P-VP)の比を求め、これを電流増加方向の近似曲線の切片と電流減少方向の近似曲線の切片の電圧差である電流0(A)点の濃度分極Vpolc0に乘じることによって、ピーク電流値である点の濃度分極成分を予測する。この予測したピーク電流値である点の濃度分極成分は、上述したVpolcpと同等に扱って、純抵抗と活性化分極だけの電圧降下曲線を求めることができる。

【0096】電流減少曲線からの濃度分極成分を削除する場合にも、電流ピーク値における濃度分極の削除と同様の方法で可能である。すなわち、ピーク値以外の2点の電圧値を式(21)により求め、電流値0である点の電圧値V0と2倍のピーク電流値である点の電圧値V2Pとの差に対するピーク値以外の2点の電圧値とピーク電流値の2倍の電流値である点の電圧値との差の比を求め、これを電流増加方向の近似曲線の切片と電流減少方向の近似曲線の切片の電圧差である電流0(A)点の濃度分極Vpolc0に乘じることによって、各点の濃度分極成分を予測する。この予測した2点の濃度分極成分をピーク電流値である点の濃度分極成分とともに利用することで、純抵抗と活性化分極だけの電圧上昇曲線を求める

者の差を顕著化することができるとともに、この差の式に基づいて電流値0からピーク電流値に至るまでの濃度分極成分の変化を予測しうる。

【0093】上記式(1)及び(2)の差を取り、

ことができる。

【0097】以上説明したようにして求めた電圧降下曲線と電圧上昇曲線の修正近似式を利用して純抵抗を求める方法は、電流時間積を利用して求めた修正近似式の場合と同様に行うことができるので、詳細な説明は省略する。

【0098】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1及び13記載の発明によれば、車両の通常の使用状態で予め定めた定負荷に突入電流が流れている期間、バッテリーの放電電流とこの放電電流に対応する端子電圧とを周期的に測定し、この測定の結果得られる放電電流と端子電圧との相関を示す増加する放電電流に対する電流ー電圧特性の第1の近似式と、減少する放電電流に対する電流ー電圧特性の第2の近似式とを求め、第1及び第2の近似式に濃度分極成分による電圧降下を除いた第1及び第2の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値の中間の値を求め、この求めた中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定しているので、バッテリーを通常状態で使用している際、すなわち、車両使用中でも車載バッテリーの純抵抗を測定できる車載バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【0099】上述した請求項2記載の発明によれば、バッテリーの純抵抗の値として測定するため求める中間の値が、濃度分極成分による電圧降下を除いた第1及び第2の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値を加算平均して求められるので、ピーク値に対応する点での活性化分極の変化が等しくなる場合の車載バッテリーの純抵抗を正確に測定できる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0100】上述した請求項3記載の発明によれば、バッテリーの純抵抗の値として測定するため求める中間の値が、濃度分極成分による電圧降下を除いた第1及び第2の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値に、突入電流が流れている総時間に占める単調増加期間及び単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算して求められるので、ピーク値に対応する点での活性化分極の変化が等しくならない場合の車載バッテリーの純抵抗を正確に測定できる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0101】上述した請求項4記載の発明によれば、修



正近似式が一次式となるときにはその傾き、二次式となるときにはピーク値における微分値を利用して中間の値を求めれば、純抵抗を測定することができるので、簡単な演算によって測定することができる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0102】上述した請求項5記載の発明によれば、電圧降下を除いた電圧値を、第1の二次近似式と定数及び一次係数を等しくした式に代入して二次係数を決定した二次式を第1の修正近似式として求めているので、精度良く濃度分極成分を除いた修正近似式を得ることができ、純抵抗を精度良く測定することのできる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0103】上述した請求項6記載の発明によれば、濃度分極成分による電圧降下を除いた第2の二次修正近似式を簡単に求めることができるので、面倒な処理なしに純抵抗を測定することのできる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0104】上述した請求項7記載の発明によれば、第1及び第2の修正近似式が共に二次式であるとき、ピーク値での微分値の中間の値を求める単純な計算によって純抵抗を測定することができる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0105】上述した請求項8記載の発明によれば、元々濃度分極成分を含まない0点を利用して二次式の第2の修正近似式を求めているので、濃度分極成分を除く近似式を求めるための処理が少なく、良い車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0106】上述した請求項9記載の発明によれば、中間の値を求めるために第2の修正近似式の傾きを使用しているため、中間の値を求めるための処理が簡単になる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0107】上述した請求項10記載の発明によれば、総濃度分極成分に占めるピーク値に対応する点の濃度分極成分による電圧降下を知り、濃度分極成分による電圧降下を除いたピーク値に対応する電圧値を求めているので、精度良く濃度分極成分を除いた第1の修正近似式を得ることができ、純抵抗を精度良く測定することのできる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0108】上述した請求項11記載の発明によれば、請求項10記載の発明同様に、総濃度分極成分に占めるピーク値に対応する点の濃度分極成分による電圧降下を知り、濃度分極成分による電圧降下を除いたピーク値に対応する電圧値を求めているので、精度良く濃度分極成分を除いた第1の修正近似式を得ることができ、しかも、第1及び第2の近似式が分かるだけで電流時間積を

求めなくてもよいので、その分電流時間積と濃度分極の発生の対応関係に影響されることがなく、かつ、面倒な処理を必要とすることがなくなり、簡単にかつ精度良く純抵抗を測定することのできる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【0109】上述した請求項12記載の発明によれば、濃度分極の発生を伴わない短時間にピーク値まで単調増加する突入電流が流れるものである場合、純抵抗を測定するための処理が簡単になるだけでなく、近似式も簡単に求めることができる車載バッテリー純抵抗測定方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の車載バッテリー純抵抗測定装置の基本構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の車載バッテリー純抵抗測定方法を適用した本発明の一実施形態に係る車載バッテリー純抵抗測定装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図である。

【図3】スタータモータ駆動開始時の突入電流を伴う放電電流の一例を示すグラフである。

【図4】二次近似式で表したI-V特性の一例を示すグラフである。

【図5】増加方向の近似式から濃度分極成分の除き方の一例を説明するためのグラフである。

【図6】減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の一例を説明するためのグラフである。

【図7】増加方向を一次近似式で表したI-V特性の一例を示すグラフである。

【図8】減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の他の例を説明するためのグラフである。

【図9】減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の別の例を説明するためのグラフである。

【図10】図2中のマイコンが純抵抗測定のため予め定めたプログラムに従って行う処理を示すフローチャートである。

【図11】式(1)及び(2)の差を取ることによって得た差の式に基づいて、ピーク電流値である点、並びに、任意の点の濃度分極成分の求め方を説明するためのグラフである。

【図12】放電に伴う端子電圧の電圧降下の内訳を一般的に示すI-V特性を示すグラフである。

【図13】従来のバッテリーの純抵抗の測定の仕方を説明するためのグラフである。

【符号の説明】

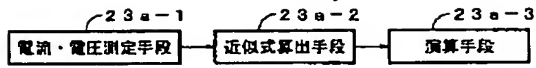
23a-1 電流・電圧測定手段(CPU)

23a-2 近似式算出手段(CPU)

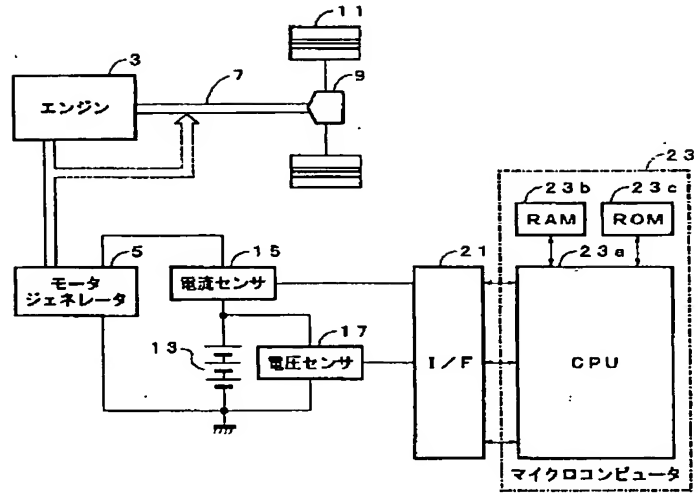
23a-3 演算手段(CPU)



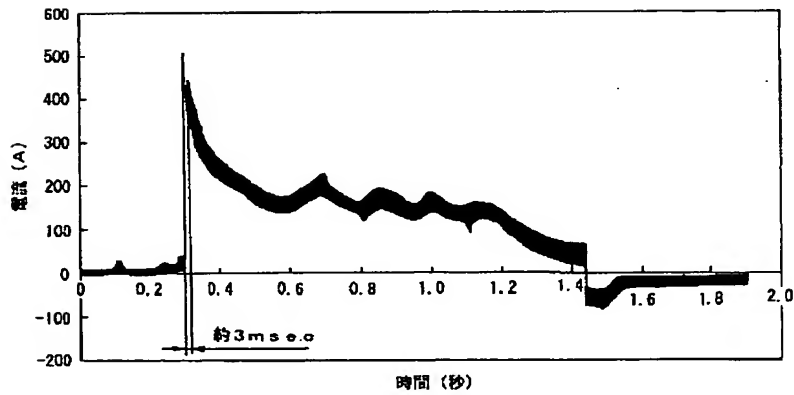
【図1】



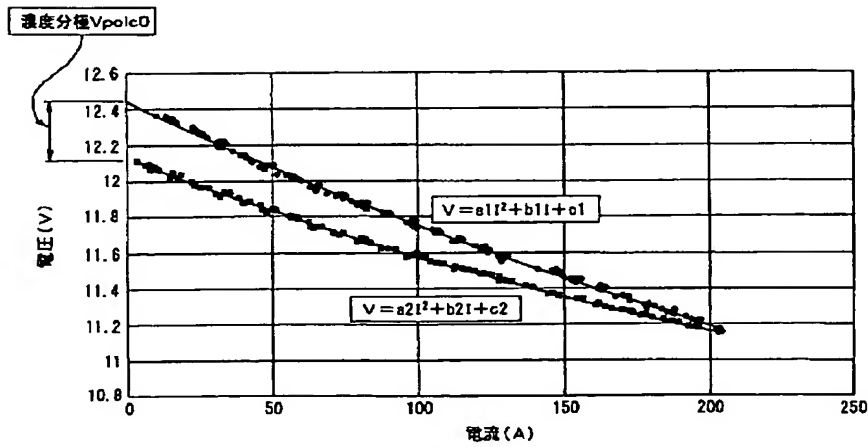
【図2】



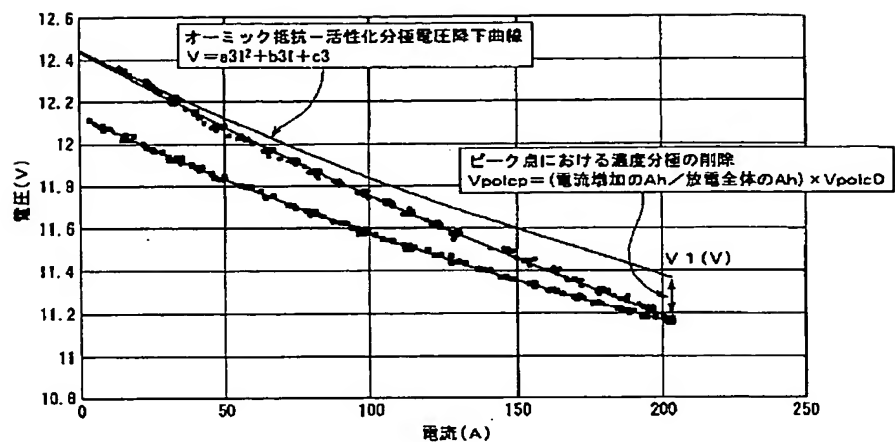
【図3】



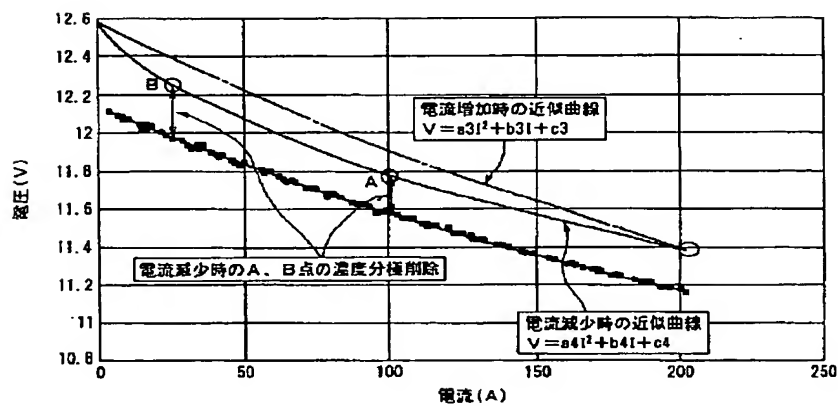
【図4】



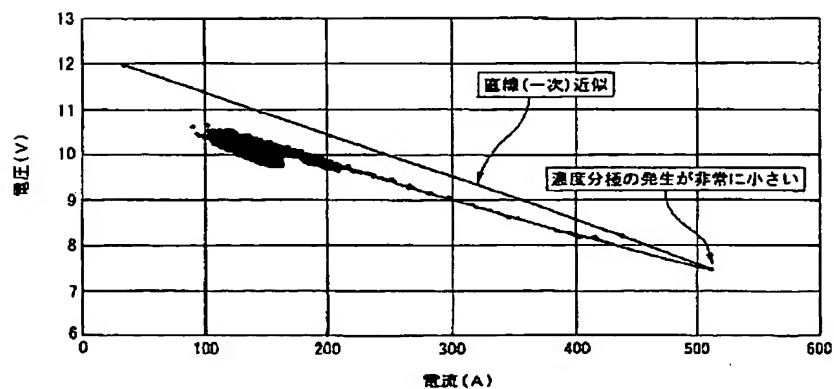
【図5】



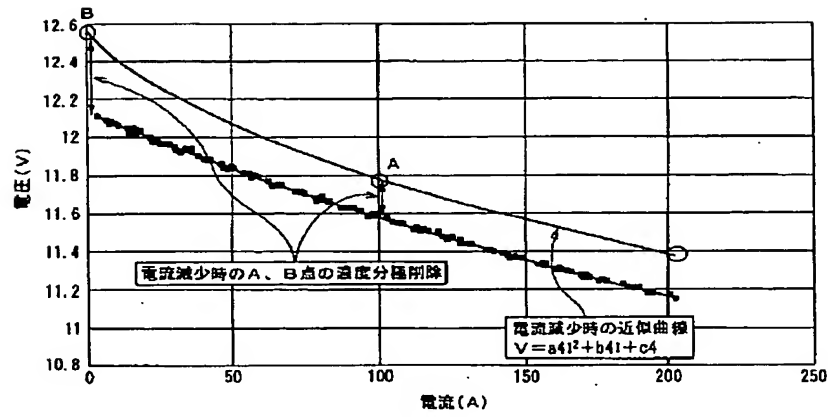
【図6】



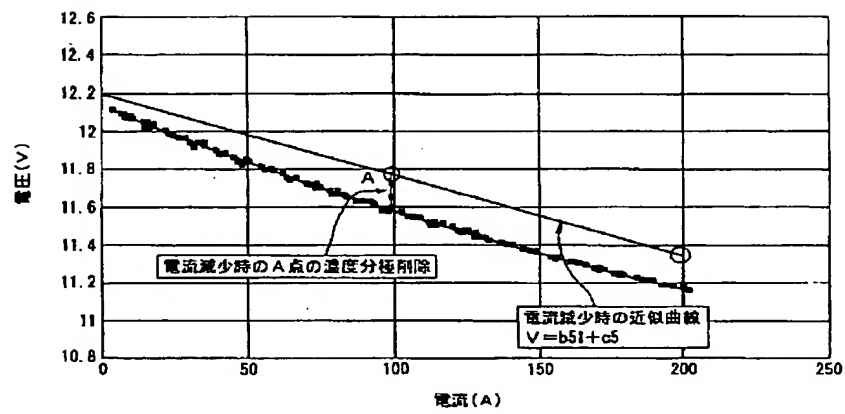
【図7】



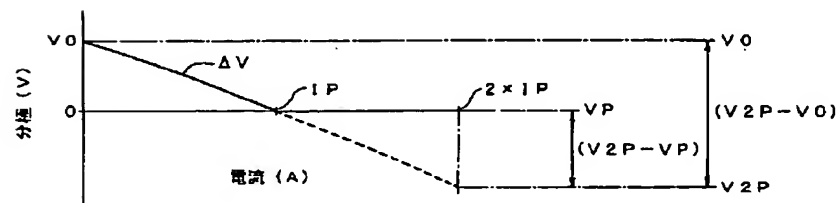
【図8】



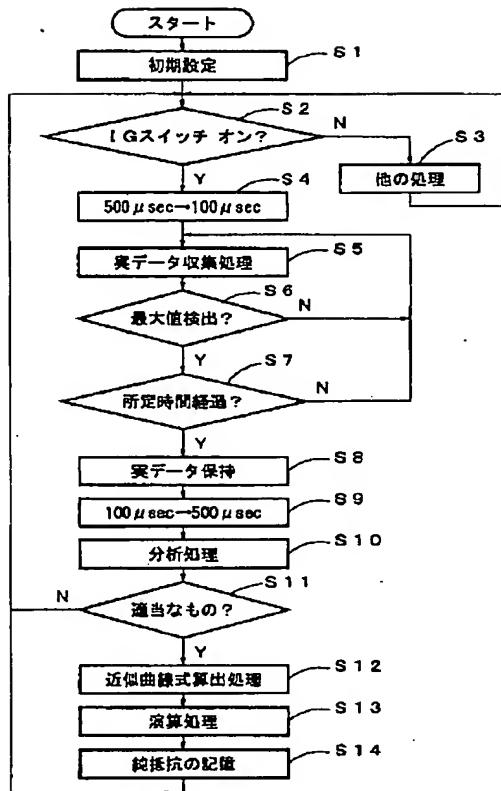
【図9】



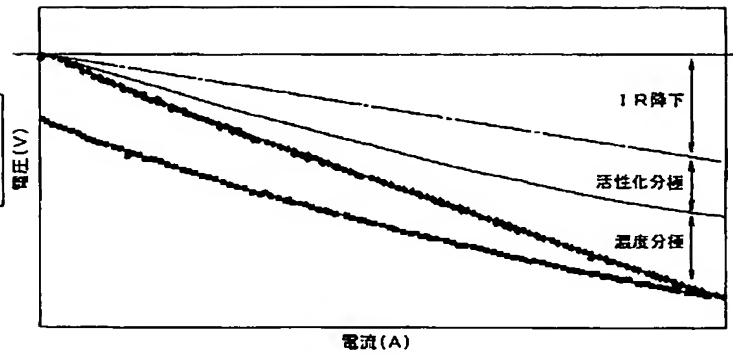
【図11】



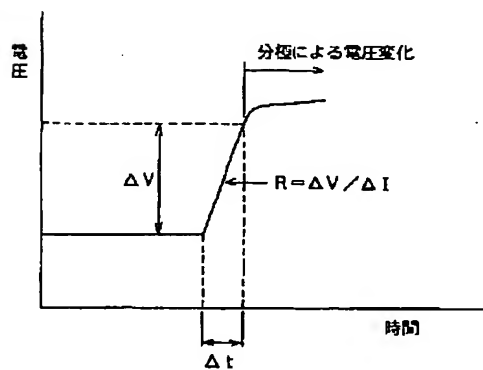
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 R 31/36

識別記号  
Z H V

F I  
G 0 1 R 31/36

テーマコード(参考)  
Z H V A

Fターム(参考) 2G016 CA03 CB01 CB06 CB12 CB21  
CB23 CB31 CC02 CC03 CC04  
CC16 CC24 CC27 CC28 CD02  
2G028 AA01 BE04 CG02 DH01 FK01  
FK02 GL07 GL09 GL11 MS03  
5H030 AA08 AS08 FF42 FF44  
5H115 PA14 PC06 PG04 PI16 PI22  
PI29 P006 PU01 PU25 PU29  
SE06 TI02 TI05 TI06 TI10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**